

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



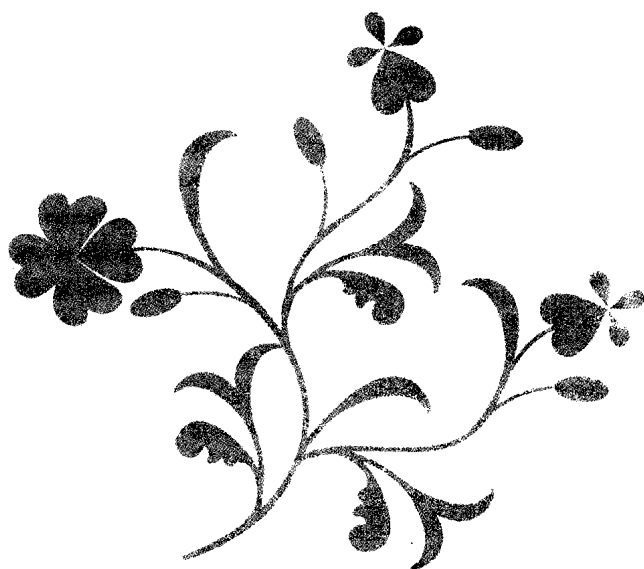
电子系统设计与实践

孙宏国 周云龙 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



电子系统设计与实践

孙宏国 周云龙 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书共6章,介绍了电子系统设计导论,电子系统的组成、一般设计方法、方案论证、元件的选择以及报告的撰写方法,模拟电子系统的设计方法、常用的单元电路设计,传统数字电子系统和现代数字电子系统的设计方法,单片机最小系统和各单元电路的组成,电子电路的调试方法、步骤和经验,历届电子设计竞赛题目举例。

本书可作为高等学校电气信息类等专业的“电子技术课程设计”、“单片机课程设计”课程的教材,也可作为参加电子设计竞赛的培训教材和参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电子系统设计与实践/孙宏国,周云龙编著.--北京:清华大学出版社,2012.1

(21世纪高等学校规划教材·电子信息)

ISBN 978-7-302-26777-5

I. ①电… II. ①孙… ②周… III. ①电子系统—系统设计—高等学校—教材

IV. ①TN02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 185697 号

责任编辑:梁颖 赵晓宁

责任校对:时翠兰

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:18.75 字 数:464 千字

版 次:2012 年 1 月第 1 版 印 次:2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.50 元

产品编号:037705-01

编审委员会成员

东南大学
南京大学
南京航空航天大学
解放军理工大学

上海大学
上海交通大学

华中科技大学

华中师范大学
武汉理工大学

宁波大学
天津大学

中国科学技术大学

苏州大学
山东大学
山东科技大学
东北师范大学
沈阳工业学院
长春大学
吉林大学
湖南大学
长沙理工大学
华南理工大学

王志功 教授
王新龙 教授
王成华 教授
邓元庆 教授
刘景夏 副教授
方 勇 教授
朱 杰 教授
何 晨 教授
严国萍 教授
朱定华 教授
吴彦文 教授
刘复华 教授
李中年 教授
蒋刚毅 教授
王成山 教授
郭维廉 教授
王煦法 教授
郭从良 教授
徐佩霞 教授
赵鹤鸣 教授
刘志军 教授
郑永果 教授
朱守正 教授
张秉权 教授
张丽英 教授
林 君 教授
何怡刚 教授
曾喆昭 教授
冯久超 教授

西南交通大学

冯全源 教授

金炜东 教授

重庆工学院

余成波 教授

重庆通信学院

曾凡鑫 教授

重庆大学

曾孝平 教授

重庆邮电学院

谢显中 教授

张德民 教授

西安电子科技大学

彭启琮 教授

樊昌信 教授

西北工业大学

何明一 教授

集美大学

迟 岩 教授

云南大学

刘惟一 教授

东华大学

方建安 教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail:wei jj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

随着微电子技术、计算机技术的飞速发展,不但使电子产品的小型化、微型化进程加快,而且给电子产品的设计也带来了前所未有的变革。对于电子技术的学习,不能只停留在理论层面,还需要对电子系统的设计方法、实验技术、仿真技术、制作与加工技术、测试与调试技术进行全面的学习。本书的具体内容是对相关课程知识的拓宽、提高和综合应用,其目的是培养学生的电子系统设计能力和创新能力,以适应电子信息时代对学生知识和能力的要求。本书取材先进、内容新颖、理论联系实际,适合于电气信息类各专业的学生选用。

本书编写的思路是从信号的获取、信号的处理到信号的执行,介绍了电子设计中典型电路和常用电路,有利于学生综合设计能力和创新能力的提高。尽可能地把单片机的各种接口集成在一个系统板上,学生通过焊接和调试,对单片机的应用能力会有较大的提高,我们把单片机系统板做成了成品和半成品,如果需要,可以提供。本书可作为本、专科学生学习相关课程,进行课程设计、毕业设计、参加各种电子设计竞赛的教学参考书,也可作为教师和工程技术人员的参考书。

本书共6章,第1章为电子系统设计导论,主要介绍电子系统的组成、一般设计方法、方案论证、元件的选择以及报告的撰写方法。第2章为模拟系统设计,主要介绍模拟电子系统的设计方法、常用的单元电路设计和10个可作为模拟电子系统设计的基本题目。第3章为数字系统设计,主要介绍传统数字电子系统和现代数字电子系统的设计方法、常用的单元电路设计和20个数字电子系统设计的基本题目(其中8个是基于FPGA/CPLD实现的)。第4章为单片机系统设计,主要介绍单片机最小系统和各单元电路的组成,列举了10个可作为单片机系统设计的基本题目。第5章为制作与调试实践,主要介绍模拟电子系统、数字电子系统以及单片机系统的调试方法、步骤和经验。第6章为综合电子系统设计举例,都是经过实际制作且获得省级以上奖项的题目,采用的方案以我们自己参赛的方案为主,对其中不是太合理的作了适当的改进,以达到更好的效果。

本书由孙宏国和周云龙编著。具体分工为:第1、第5和第6章由孙宏国和周云龙共同编写,第2和第3章由孙宏国编写,第4章由周云龙编写。由孙宏国负责统稿。本书得到了盐城工学院教材出版基金的资助。盐城工学院电工电子组的老师对本书初稿使用时提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

本书在编写的过程中,参考了许多文献资料,对这些资料的作者一并在在此表示感谢。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者邮箱:sunhg@ycit.edu.cn。

编 者

2011年6月于盐城

目 录

第 1 章 电子系统设计导论	1
1.1 电子系统概述	1
1.1.1 定义	1
1.1.2 电子系统的组成	2
1.2 电子系统的设计	3
1.2.1 电子系统设计的一般方法	3
1.2.2 电子系统设计一般步骤	5
1.3 总体方案的选择和实现	6
1.3.1 总体方案论证及选择	6
1.3.2 总体方案框图的设计及细化	6
1.3.3 总体方案的实现	6
1.4 元器件的选择原则	8
1.4.1 集成电路的选择	8
1.4.2 电阻、电容的选择	10
1.5 设计报告与总结报告的编写	12
1.5.1 设计报告的编写	12
1.5.2 总结报告的编写	13
1.5.3 电子设计竞赛设计报告格式、内容	14
第 2 章 模拟电子系统设计	18
2.1 概述	18
2.1.1 模拟电子系统的组成及特点	18
2.1.2 模拟电子系统的设计方法与步骤	19
2.2 基本单元电路设计	20
2.2.1 信号的获取	20
2.2.2 模拟信号处理单元	37
2.2.3 模拟信号变换单元	45
2.2.4 信号产生单元	49
2.2.5 多路选择开关	51
2.2.6 电源电路	53
2.3 模拟电子系统设计举例	57
2.3.1 湿度控制器的设计	57

2.3.2	电子系统的数控直流稳压电源设计	60
2.4	模拟电子系统设计课题	65
2.4.1	直流稳压电源	65
2.4.2	OCL 功率放大器	66
2.4.3	脉冲调宽型伺服放大器	68
2.4.4	电压/频率变换器	69
2.4.5	多路防盗报警器	71
2.4.6	液体界面位置的实时检测与分离	72
2.4.7	电子配料秤	72
2.4.8	多种波形发生器	74
2.4.9	温度测量与控制器	75
2.4.10	流量测量电路	76
第3章	数字电子系统设计	79
3.1	概述	79
3.2	组合逻辑电路设计	81
3.2.1	用SSI器件设计组合逻辑电路	81
3.2.2	用MSI器件设计组合逻辑电路	81
3.3	时序逻辑电路设计	81
3.3.1	用SSI器件设计时序逻辑电路	82
3.3.2	用中规模(MSI)时序逻辑器件构成时序逻辑电路	83
3.3.3	用存储器(LSI)构成时序逻辑电路	83
3.4	常用设计参考单元电路	86
3.4.1	脉冲波形产生电路	86
3.4.2	信号变换电路	90
3.4.3	音响与报警电路	93
3.4.4	驱动显示电路	94
3.5	现代数字电子系统设计	95
3.5.1	现代数字电子系统设计概述	95
3.5.2	现代数字电子系统设计的方法	97
3.5.3	设计与仿真工具	100
3.5.4	器件简介	104
3.5.5	器件的编程和配置	109
3.6	课程设计举例	114
3.6.1	脉搏计的设计	114
3.6.2	数字钟的EDA设计	119
3.7	数字电子系统设计课题	128
3.7.1	数字式竞赛抢答器	128
3.7.2	多路数据采集系统	129

3.7.3	步进电机控制器	130
3.7.4	转速测量显示逻辑电路设计	132
3.7.5	多种波形发生器电路设计	133
3.7.6	交通信号灯控制器	134
3.7.7	可编程彩灯控制器	135
3.7.8	数字频率计	136
3.7.9	信号峰值检测仪	137
3.7.10	数字温度计	139
3.7.11	数字式电容测量仪	140
3.7.12	数字电压表	140
3.7.13	出租车计费器	142
3.7.14	电梯控制器的设计	144
3.7.15	数字秒表	145
3.7.16	频率计	146
3.7.17	汽车尾灯控制器	147
3.7.18	数码锁	148
3.7.19	乒乓球游戏机	150
3.7.20	自动售饮料控制器的设计	151
第 4 章	单片机应用系统设计	153
4.1	单片机基础知识	153
4.1.1	单片机的特点及发展概况	153
4.1.2	通用单片机和专用单片机	153
4.1.3	单片机应用系统与单片机开发系统	154
4.1.4	单片机的特点	154
4.1.5	单片机的发展阶段	156
4.1.6	单片微机技术发展特点	157
4.2	单片机最小系统设计	159
4.2.1	P89V51RD2 概述	159
4.2.2	单片机最小系统外围电路设计	160
4.3	接口电路的设计	164
4.3.1	键盘电路设计	164
4.3.2	显示接口设计	167
4.3.3	单片机与 D/A、A/D 转换电路接口设计	174
4.4	开发环境 KEIL 软件及软件抗干扰设计	177
4.4.1	KEIL 项目建立和设置	177
4.4.2	软件的抗干扰设计	186
4.5	单片机系统设计课题	189
4.5.1	基于单片机的交通信号灯的设计	189

4.5.2	基于单片机的温度测量显示系统设计	190
4.5.3	基于单片机的低频函数波形发生器设计	190
4.5.4	简易直流数字电压表设计	191
4.5.5	基于 RS485 接口的温度测量电路设计	191
4.5.6	基于单片机智能学习型遥控器设计	192
4.5.7	基于单片机控制的 LED 16×16 点阵显示应用系统设计	192
4.5.8	基于单片机的电子时钟电路设计	193
4.5.9	基于单片机控制的语音录放电路设计	193
4.5.10	基于单片机的直流电机控制电路设计	194
第 5 章	制作与调试实践	195
5.1	电路板的设计与制作	195
5.1.1	印制电路板简介	195
5.1.2	印制电路板	195
5.1.3	印制电路板设计基础	196
5.1.4	印制电路板设计过程与方法	198
5.1.5	印制板检验	200
5.2	电子制作中的抗干扰措施	201
5.2.1	电磁干扰三要素	201
5.2.2	电子电路中抗干扰的常用措施	202
5.2.3	电子电路中抗干扰的基本技术	204
5.3	模拟电路系统调试	208
5.3.1	电子电路调试的步骤	208
5.3.2	调试时出现故障的解决方法	210
5.3.3	电子电路调试中的注意事项	212
5.4	数字电路系统调试	213
5.4.1	注重电路的时序图	213
5.4.2	数字电路的抗干扰措施	215
5.5	单片机系统调试	216
5.5.1	单片机最小系统调试	217
5.5.2	LCD 显示屏调试	218
5.5.3	键盘调试	222
5.5.4	A/D 转换接口调试	224
5.5.5	I ² C 总线接口的日历时钟芯片 PCF8563 接口	225
第 6 章	综合电子系统设计实例	231
6.1	数控直流电流源(2005 年全国 F 题,获得全国一等奖)	231
6.1.1	任务和要求	231
6.1.2	方案论证与比较	232

6.1.3	系统组成	232
6.1.4	软件设计	235
6.1.5	测试方法与测试数据	235
6.1.6	总结	238
6.2	低频数字式相位测量仪(2003 年 C 题)	238
6.2.1	任务和要求	238
6.2.2	方案论证与比较	239
6.2.3	模块电路	244
6.2.4	电路调试	248
6.2.5	误差分析	249
6.2.6	小结	249
6.3	无线温湿度传输系统设计	249
6.3.1	任务及要求	249
6.3.2	硬件电路设计	250
6.3.3	系统软件设计	261
6.3.4	系统调试	263
6.4	点光源跟踪系统(2010 年江苏省 B 题,获江苏省一等奖)	265
6.4.1	任务及要求	265
6.4.2	硬件电路的设计	266
6.4.3	系统程序的流程图	269
6.4.4	结论	269
6.5	液体点滴速度监控装置	270
6.5.1	任务和要求	270
6.5.2	方案论证及比较	271
6.5.3	设计部分	272
6.5.4	总体调试	280
6.5.5	小结	280
参考文献		283

电子系统设计导论

1.1 电子系统概述

1.1.1 定义

1. 系统的定义

系统是由两个以上各不相同且互相联系、互相制约的单元组成的,并在给定环境下能够完成一定功能的综合体。这里所说的单元,可以是元件、部件或子系统。一个系统又可能是另一个更大系统的子系统。系统的基本特征是,在功能与结构上具有综合性、层次性和复杂性。这些特征决定了系统的设计与分析方法将不同于简单的对象。现行的已投入使用的各种系统以及正在研究的各种系统均达到了相当大的规模与复杂度。因此,具有管理系统设计中复杂性的能力,应作为培养具有创新能力的大学生的目标之一。

2. 电子系统的定义

由若干相互联结,相互作用的基本电路组成的,具有特定功能的电路整体,称为电子系统。由于大规模集成电路和模拟-数字混合集成电路的大量出现,在单个芯片上可能集成许多种不同类型的电路,从而自成一个系统。例如,目前有多种单个芯片构成的数据采集系统产品,芯片内部往往包括多路模拟开关、可编程放大电路、取样保持电路、模数转换电路、数字信号传输与控制电路等多种功能电路,并且已互相联接成为一个单片电子系统。对于电子系统设计者来说,可以从生产厂家给出的产品手册中粗略了解这些单片系统的内容功能与结构,但更关心的是这类芯片各引脚的功能和输入或输出特性,即芯片的外特性,以实现各芯片电路之间的互联,而把芯片内部结构当作一个黑盒子(即不必细究其内部结构)处理。这样的单片系统是功能更为完善的电子系统中的一个组成部分。一个比较复杂而完善的电子系统,往往是由许多个子系统所构成。

常见的子系统有:模拟子系统、数字子系统和微处理机子系统。这些子系统一般已不是1~2块简单模块电路可以实现的,它们本身也构成了一个特定功能、相对完整的电路系统。

根据电子系统的不同功能,大概有以下几种电子系统:

(1) 测控系统:大到航天器的飞行轨道控制系统,小到自动照相机快门系统以及工业

生产控制等。

- (2) 测量系统：电量及非电量的精密测量。
- (3) 数据处理系统：语音、图像、雷达信息处理等。
- (4) 通信系统：数字通信、微波通信等。
- (5) 家电系统：多媒体彩电、数字式视频光盘机等。

1.1.2 电子系统的组成

电子系统有大有小,大到航天飞机的测控系统,小到出租车计价器。电子系统的组成框图如图 1-1 所示。

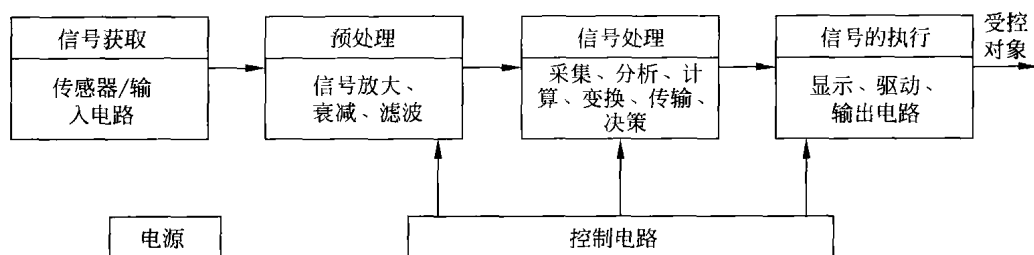


图 1-1 电子系统的组成框图

信号获取：主要是通过传感器或输入电路,将外界信息变换为电信号或实现系统与信源间的耦合匹配。

预处理：主要是解决信号的放大、衰减、滤波等,也就是通常所说的“信号调理”。经预处理后的信号,在幅度和其他诸多方面都比较适合做进一步的分析和处理。

信号处理：主要完成信号和信息的采集、分析、计算、变换、传输和决策等。

信号的执行：主要包括处理结果的显示、负载的驱动以及输出电路等。

控制电路：主要完成对各部分动作的控制,使各部分能协调有序地工作。

电源：这是每个电子系统中必不可少的部分。目前电源基本上都可采用标准化电路,有许多成品可供选择。

当前的电子系统有以下特点：

(1) 模拟电路仍然是重要的组成部分。自然界的物理量大多以模拟量的形式存在,所以系统中模拟电路一般必不可少,特别是输入电路、信号调理和输出部分。

(2) 数字化是信号处理和电子系统设计的大趋势。数字化具有许多优点,故数字电路在电子系统中占有极为重要的地位。从模拟量到数字量,或从数字量重新回到模拟量,A/D、D/A 转换作为二者的桥梁已成为电子系统的重要环节。对于规模较大的数字电路,固定的中、小规模器件几乎已被可编程器件(CPLD、FPGA 等)所代替。

(3) 嵌入式系统、微处理器(CPU)或 DSP,已成为系统中控制和信号处理的核心。

(4) 软件设计可使系统的自动化、智能化、多功能化变得容易实现,软件可使硬件简化,成本降低。所以在电子系统中所占的分量将越来越重。

1.2 电子系统的设计

1.2.1 电子系统设计的一般方法

因为电子系统的复杂性,必须用有效的方法去管理其复杂性才能使系统设计得到成功。基于系统的功能与结构上的层次性,演化出了如下3种设计方法:

1. 自顶向下法

自顶向下(Top-Down)设计方法首先从系统级设计开始。系统级的设计任务是,根据原始设计指标或用户的需求,将系统的功能(或行为)全面、准确地描述出来,也即将系统的输入输出关系全面、准确地描述出来,然后进行子系统级设计。具体讲就是根据系统级设计所描述的该系统应具备的各项功能,将系统划分和定义为一个个适当的能够实现某一功能的相对独立的子系统。每个子系统的功能(即输入输出关系)必须全面、准确地描述出来,子系统之间的联系也必须全面、准确地描述出来。例如,移动电话应有收信与发信的功能,就必须分别安排一个接收机子系统和一个发射机子系统,还必须安排一个微型计算机作为内务管理和用户操作界面管理子系统。此外,天线和电源子系统的必要性是不言自明的。子系统的划分、定义和互连完成后,就下到部件级上去进行设计,即设计或者选用一些部件去组成实现既定功能的子系统。部件级的设计完成后,再进行最后的元件级设计,即选用适当的元件去实现有既定功能的部件。

自顶向下法是一种概念驱动的设计方法。该方法要求在整个设计过程中尽量运用概念(即抽象)去描述和分析设计对象,而不要过早地考虑实现该设计的具体电路、元器件和工艺,以便抓住主要矛盾,避免纠缠在具体细节上,这样才能控制住设计的复杂性。整个设计在概念上的演化从顶层到底层应当逐步由概括到展开,由粗略到精细。只有当整个设计在概念上得到验证与优化后,才能考虑“采用什么电路、元器件和工艺去实现该设计”这类具体问题。此外,设计人员在运用该方法时还必须遵循下列原则,方能得到一个系统化的、清晰易懂的以及可靠性高、可维护性好的设计:

1) 正确性和完备性原则

该方法要求在每一级(层)的设计完成后,都必须对设计的正确性和完备性进行反复的过细检查,即检查指标所要求的各项功能是否都实现了,且留有必要的余地,最后还要对设计进行适当的优化。

2) 模块化、结构化原则

每个子系统、部件或子部件应设计成在功能上相对独立的模块,即每个模块均有明确的可独立完成的功能,而且对某个模块内部进行修改时不应影响其他的模块;子系统之间、部件之间或者子部件之间的联系形式应当与结构化程序设计中模块间的联系形式相仿。

3) 问题不下放原则

在某一级的设计中如遇到问题时,必须将其解决了才能进行下一级(层)的设计,切不可将上一级(层)的问题留到下一级(层)去解决。

4) 高层主导原则

在底层遇到的问题找不到解决办法时,必须退回到它的上一级(层)去甚至再上一级去,通过修改上一级的设计来减轻下一级设计的困难,或找出上一级设计中未发现的错误并将其解决,才是正确的解决问题的策略。

5) 直观性、局晰性原则

设计中不主张采用那些使人难以理解的诀窍和技巧,应当在实际的设计中和文档中直观、清晰地反映出设计者的思路。设计文档的组织与表达应当具有高度的条理性与简洁明了性。一个易懂性好的设计,不仅使得同一项目组的设计人员之间的交流方便、高效,而且使今后系统的修改、升级和维修大为方便,即达到可维护性好的目标。

综上所述,进行一项大型、复杂系统设计的过程,实际上是一个在自顶向下的过程中还包括了由底层返回到上层进行修改的多次反复的过程,如图 1-2 所示。需要说明的是,自上而下的设计方法是一个不断求精、逐步细化、分解的过程,但并不是单方向的。自顶向下的设计方法的缺点就是需要先进的 EDA 设计工具和精确的工艺库的支持。

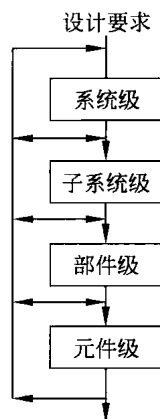


图 1-2 自顶向下设计过程

2. 自底向上法

自底向上法(Bottom-up)的设计过程与自顶向下法正好相反。该方法是根据要实现的系统的各个功能的要求,首先从现有的可用的元件中选出合用的,设计成一个个的部件,当一个部件不能直接实现系统的某个功能时,就需要设计由多个部件组成的子系统去实现该功能,上述过程一直进行到系统所要求的全部功能都实现为止。这种设计过程的优点是符合硬件设计工程师的传统习惯,可以继承使用经过验证的、成熟的部件与子系统,从而可以实现设计重用,减少设计的重复劳动,提高设计生产率。其缺点是设计过程中设计人员的思想受限于现成可用的元件,故不容易实现系统化的、清晰易懂的以及可靠性高、可维护性好的设计,在底层设计时,缺乏对整个系统总体性能的把握。如果在整个系统完成后发现性能还需改进,则修改起来就比较困难,甚至需要重新制作硬件。随着系统规模与复杂度的提高,这种设计方法的缺点应越来越突出,因而渐被自顶向下的设计方法所取代。

3. 以自顶向下方法为主导,并结合使用自底向上的方法

近代的系统设计中,为了实现设计重用以及对系统进行模块化测试,通常采用以自顶向下方法为主导,并结合使用自底向上的方法。这种方法既能保证实现系统化的、清晰易懂的以及可靠性高、可维护性好的设计,又能减少设计的重复劳动,提高设计生产率。这对于以 IP 核(Intellectual Property Core)为基础的超大规模集成电路(Very Large Scale Integration, VLSI)片上系统的设计特别重要,因而得到普遍采用。

上面所述的电子系统的一般设计方法,从方法学上来说与大型软件的设计方法是完全一致的。如果读者在软件设计方面已经具有一定的实践经验,在学习硬件设计的方法和原则时不妨将软件设计中的方法和原则与其做一个对照,从而可以加深理解。